

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ С РЕГИСТРАТОРОВ ЕИЭМПЗ

А.К. Бокижонов, И.А. Ботыгин
Томский политехнический университет
E-mail: akb8@tpu.ru

Введение

В настоящее время для оценки напряженно-деформированного состояния горных пород широко применяются методы, основанные на регистрации естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) [1].

В докладе описана программная система для работы с геофизическими данными с сервера хранения ЕИЭМПЗ, позволяющая осуществлять выборку данных в указанном диапазоне и производить их математическую обработку.

Описание алгоритма

Данные с регистраторов естественного импульсного электромагнитного поля Земли хранятся на сервере в файлах в двоичных форматах. Например, в файлах с расширением «gr2» имеется идентификатор станции, который состоит 16 знаков серийного номера и метаданных о станции. Записывает в начале файла. В метаданных записываются еще время создания файла, периодический интервал записи и т.д. Ниже приведено детальное описание структуры и содержания записей gr2-файла.

Файл содержит записи фиксированного размера 12 байт. Первая запись является заголовком файла и содержат следующую информацию: GR02 – идентификатор станции, NN.NN – серийный номер станции из 8-ми байтов. После заголовка файла идут записи по 12 байт содержащие следующую информацию:

- 1) Дата/время в формате ответа SNTP-сервера.
- 2) Количество импульсов канала 1 (С-Ю).
- 3) Амплитуда импульса канала 1(С-Ю).
- 4) Количество импульсов канала 2 (З-В).
- 5) Амплитуда импульса канала 2 (З-В).

SNTP-сервер дает ответ в виде числа с фиксированной запятой, где 4 байта целой части (тип integer32) содержат число секунд с 01/01/1900 года. Именно эта часть ответа и используется в файле данных. Информация в полях располагается по принципу «младший байт – по младшему адресу».

Главное окно разработанной программной системы представлено на рисунке 1.

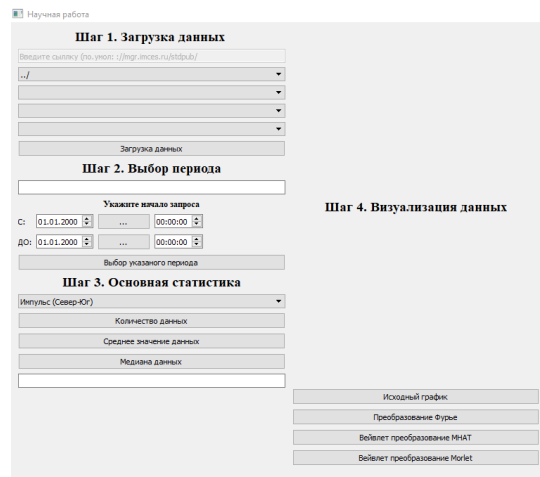


Рис. 1. Главное окно системы

Для начала необходимо выбрать регион, в котором расположены регистраторы ЕИЭМПЗ. После указания региона выбирается станция (регистратор) и загружаются все ее файлы, как только загружается очередной файл с сервера, в поле “Выбор периода” автоматически вставляется период записи этого файла (Рисунок 2).

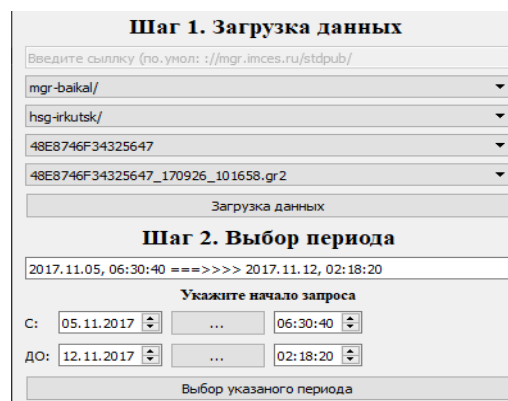


Рис. 2. Загрузка данных и выбор периода

Если требуются данные за частный период наблюдений, то необходимо указать этот период в соответствующем элементе управления окна. После нажатия кнопки «Выбор указанного периода», осуществляется выборка выделенной части данных для дальнейшей обработки.

Обработка данных

В текущей реализации программной системы процесс обработка включает 4 этапа. Эти этапы предоставлены на рисунке 3.

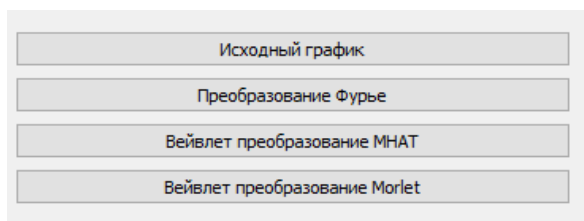


Рис. 3. Функциональные этапы обработки

При нажатии на кнопку «Исходный график» будет показан график данных ЕИЭМПЗ без каких-либо преобразований.

Кнопка «Преобразование Фурье». Преобразование Фурье направлено на выявление гармонических составляющих временного ряда. Для этой цели применяется бесконечно-осциллирующая гармоническая функция, которая "накладывается" на анализируемую реализацию процесса. Затем проводится сравнение поведения гармонической функции и изучаемой реализации путем вычисления корреляции. Если в результате сравнения выяснено, что они линейно зависимы, т.е. коррелированы между собой, то это означает, что в составе процесса имеются гармонические составляющие выбранной частоты. Затем частота гармонической функции изменяется, и процедура сравнения повторяется. Результатом является спектральная функция, которая переводит исходный сигнал из временной области в частотную.

Работа с дискретизированным сигналом конечной длины сводится к тому, что этот сигнал вначале умножается на подходящую взвешивающую функцию, затем дополняется нужным числом нулей справа и обрабатывается алгоритмом БПФ. Результат работы на выборке по параметрам из панели управления (рис.2) после нажатия на кнопку «Преобразование Фурье» предоставлен на рисунке 4.



Рис. 4. Преобразование Фурье

Кнопка «Вейвлет преобразование МНАТ», Вейвлет преобразование представляет собой свертку вейвлет функции с сигналом. Вейвлет преобразование переводит сигнал из временного представления в частотно-временное. Вейвлет преобразование «Мексиканская шляпа» предоставлено на рисунке 5 (параметры выборки из панели управления (рис. 2)).

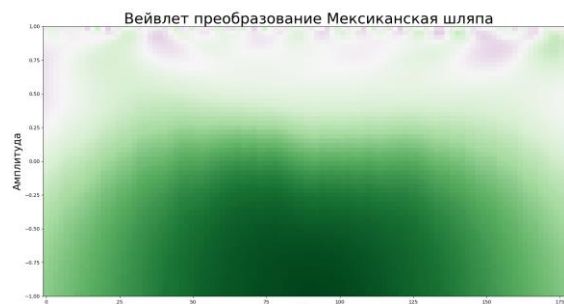


Рис. 5. Вейвлет преобразование Мексиканская шляпа

Заключение

В данной научной работе была реализована программа, работающая с геофизическими данными из серверов ЕИЭМПЗ.

Программа позволяет осуществлять выборку данных в указанном диапазоне времени и производить их математическую обработку, включающую в себя:

1. преобразование Фурье
2. Вейвлет преобразование МНАТ
3. Вейвлет преобразование Морлет

Список использованных источников

1. Ряды. Интеграл Фурье и преобразование Фурье. Приложения: уч. пособие. – М.: УРСС, 2009–157 с.
2. Захарова Т.В, Шестаков О.В. Вейвлет-анализ и его приложения: уч. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 157 с.
3. Miller Miller. Hands-On Data Analysis with NumPy and Pandas: Теория и практика – М.: РАСКТ, 2018. – 168с.
4. NumPy Reference [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.scipy.org/doc/numpy-1.16.1/reference/>. (дата обращения 31.12.2019).